

ワーキングメモリ課題と 短期記憶課題遂行能力の加齢変化

人間文化環境論コース

國 見 充 展

Age-related Changes in Working Memory and Short Term Memory Task Performance

KUNIMI Mitsunobu

Abstract

Working memory is considered to be deeply concerned with our daily life ; thus, age-related changes in working memory can seriously affect our basic functions. The present study examined the differences in working memory and short term memory among participants whose age ranged between 20 to 59 by using a serial recall task and a reverse serial recall task with four symbol patterns. While the serial recall task measures a simple short term memory performance, the reverse serial task should assess working memory performance because it requires active manipulation of information. The study found significant declines between the ages of 20's and 50's, and between 30's and 50's in the reverse serial recall task but not in the serial recall task. These findings suggest that working memory starts declining at much earlier age than what preceding studies have suggested, and the age differences may be due to a decrease in the speed of the information management, rather than a decrease in retention.

Key Words

working memory, aging, serial recall, reverse serial recall

一般に、加齢に伴い記憶能力は低下すると考えられている。しかしながら、実際は記憶能力が全般的に低下するわけではなく、記憶過程によって低下の度合いに違いが見られることが知られている。現在、記憶において多く用いられる分類は、自由再生における系列位置曲線の分析を根拠に有機体に入った情報の処理段階を仮説的に区別した、短期記憶(short-term memory)、長期記憶(long-term memory)に、感覚記憶または感覚情報貯蔵(sensory information storage)を加えた2重貯蔵モデル(Atkinson & Shiffrin, 1968)が代表的である。また、知覚された情報、知覚対象が保持され心理的現在の一部となり、注意が向けられ、思考を占有

しているものを1次記憶(primary memory)とし、意識から消失しながらもなお、保持されている2次記憶(secondary memory)と区別する考え方は、便宜的に区別した短期、長期のそれとは異なり、比較的明白な基準を持っているために、現在でも1次記憶という語を短期記憶の代わりに用いる場合もあるが、この場合に用いられる1次記憶という語の概念には感覚記憶は含まれてはいない。また、長期記憶と2次記憶はほぼ同義であり、短期記憶に保持されている期間中にリハーサル等の記銘処理が行われ、長期記憶に入る。この長期記憶の情報は短期記憶とは異なり、半永久的に保持され、容量の限界も存在しないと考えられている。

短期・長期記憶の加齢変化に関する研究結果においては、短期記憶よりも長期記憶において衰退が見られるとの報告が多い (e.g., Poon & Fozard, 1996; 石原・権藤・Poon, 2002)。しかし加齢影響の少ないとされる短期記憶も、機能の違いから、情報を意識内に一時的に貯蔵するのみの部位としての1次記憶と、情報を一時的に保持しながら処理を行う部位としてのワーキングメモリ (working memory) を区別して考えた場合 (Baddeley, 1986), 1次記憶の加齢による減退は見られないか、あるいはあっても僅かであると考えられているのに対し、ワーキングメモリについては加齢影響が見られるとの報告が多くなされている。

三宅・齊藤 (2001) は、現在、一般に受け入れられているワーキングメモリの概念は、短期記憶とは全く同一の概念ではないとしている。ワーキングメモリは、保持される内容が後の複雑な認知活動には不可欠であるような記憶機能のことであり、それが基になって処理が進んでいくということが前提となっている一方で、短期記憶は、その情報が後の認知処理で用いられることを期待されず、単に情報の保持という側面にのみ焦点が当たっている。この区分に基づけば、ワーキングメモリと短期記憶は、機能的には異なった存在である。システムの、構造的区別は複雑であるものの、ワーキングメモリはすなわち、1次記憶のように絶えず意識されている内容ではなく、情報の短期的で能動的な保持機構であると同時に、必要な情報の選択、情報の統合や操作を含む動的で柔軟な情報処理系で、その内容は環境から新たに入力される情報ばかりではなく、長期記憶から取り出された情報も含み、それらが併せられて状況の理解や作業の遂行に必要な前提となる記憶が能動的に形成され、様々な認知問題の遂行に関わるものである。

また、ワーキングメモリを扱うにあたり、重要になってくるのは Baddeley 流の下位システムの問題である (Baddeley, 1986)。Baddeley の提唱したワーキングメモリモデルの中心には中央実行系 (central executive) がモニターと注意資源の分配を

担う機能として位置しており、更にその従属システム (slave system) として音韻ループ (phonological loop) と視空間スケッチパッド (visuo-spatial sketchpad) が設定されている。2つの従属システムはともに情報の一時的な貯蔵として機能すると想定されており、音韻ループは言語的情報を扱い、リハーサルを用いて一時的に留める内なる声 (inner voice)、および内なる耳 (inner ear) の働きをし、対して視空間スケッチパッドは内なる目 (inner eye) に相当するもので、音韻的リハーサルでは保持出来ない、視覚的、空間的な非言語的情報の一時的な保持を行うと考えられている。先述の通り、ワーキングメモリの概念は、保持のみに焦点があたっている訳ではなく、保持と処理が並列して行われる機構である点に重きを置いている。つまり、ワーキングメモリにおいて、保持と処理は独立して考える事が出来ず、中央実行系と結びつかずに下位システムが独立して保持を考えると考える事は出来ない。あくまでワーキングメモリの保持を担うのが下位システムであると認識すべきである。

さらに Baddeley は、これまでのオリジナルモデルに加え、長期記憶を一時的に活性化して新しい認知構造を作り、維持することに関係する何らかの貯蔵システム、すなわちエピソードバッファ (episodic buffer) を想定した (Baddeley, 2000)。このバッファは一時的な貯蔵システムであり、ワーキングメモリの下位システムからと、長期記憶からの情報を保持できるものである。このバッファは中央実行系によってコントロールされ、意識的な気づき (conscious awareness) を通じてアクセスが可能な容量限定の一時的貯蔵システムであり、下位システムと長期記憶の間の一時的なインターフェイスになるものであると考えられている。

先述した通り、ワーキングメモリは、情報の短期的で能動的な保持機構であると同時に、必要な情報の選択、情報の統合や操作を含む動的で柔軟な情報処理系で、状況の理解や作業の遂行に必要な前提と成る記憶が能動的に形成されるものである。したがって、ワーキングメモリは日常認知に

深く関わるものであると言え、加齢影響によるワーキングメモリ能力の低下は、直接的に認知課題遂行能力へ直接的に影響を及ぼすと考えられ、多くの研究者がワーキングメモリの加齢変化を調べた。

例えば、Craik (1986) は、20代の若年群と60～70代の高齢群の実験参加者に、呈示した文字列をアルファベット順に並べ替えさせるという記憶のスパン測定によって、ワーキングメモリの容量を求めた。その結果、単純なアルファベット順唱課題では年代群間には見られなかったが、頭の中で文字列の並べ替えが要求されるワーキングメモリ課題においては加齢差が生じることを示した。

また、West (1999) は、ターゲット単独条件（ターゲットが4つのボックスの内、1つに現れるのですぐに反応）、ターゲット+ディストラクター条件（ディストラクターがターゲットの左右いずれかに現れるという前提のもと、ターゲットが4つのボックスの内、1つに現れるのですぐに反応）、ターゲット1-back 条件（ターゲットが4つのボックスの内、1つに現れるのですぐに反応、ただし一つ前に現れた場所を反応）、ターゲット+ディストラクター1-back 条件（ターゲットが4つのボックスの内、1つに現れるのですぐに反応、ただし一つ前に現れた場所を反応する。ディストラクターはターゲットの左右いずれかに現れる）の4条件各々ランダムに50試行を行い、ワーキングメモリ処理における選択的注意と加齢を調べた。結果、ディストラクターによって若年群、老年群ともにエラーが増大するが、ワーキングメモリが処理する選択的注意の効果は高齢群でより大きくなるとし、加齢影響が見られることを示した。

しかしながら、これらの記憶の加齢研究に目を向けると、いずれも若年群と高齢群の参加者を2群に分けて用いており、その間の年代は無視されている。細かく区切った年代群差を見ようとしたDobbs & Rule (1989) は、数字を連続して聴覚呈示し、そのまま追唱=Lag 0 (0-back)、1つ前の数字を追唱=Lag 1 (1-back)、2つ前の数字を追唱=Lag 2 (2-back) させる音韻的 N-back

課題を用い、ワーキングメモリの加齢影響を調べた。結果、大きな加齢効果は60代群、70代群のみに見られ、0-back、1-back、2-back 全てで30代群、40代群、50代群にはそれぞれで年代群間に有意差はないことを示した。

加齢が記憶能力に与える影響に関する研究は、今まで数多くなされてきているが、彼らのように年代群を細かく区切った実験はあまり見られない。今までの研究に目を向けると、若年群と高齢群の参加者を2群に分けて用いる場合が多く、その間の壮年期等の段階的な変化を示した報告例は多くない。つまり、若年群と高齢群の間に有意な差があったとしても、その間の変遷は不明瞭なのである。ワーキングメモリ課題遂行能力の加齢変化を測定することを目的としても、その間にどのような変化が見られたのかが不明だと、加齢効果があった、という結論から発展せずに終わってしまう。記憶能力は、全般的に低下するわけではなく、記憶過程によって違いが見られることはすでに知られおり、どの記憶がどの年代にどの程度の加齢効果が働いたかに対する理解が得られるよう、測定、検討すべきターゲットを絞ったうえで、極端な2群間比較ではなく、年代群を細かく区切った年代群のパフォーマンスを比較することによって、どの年代から低下を示すのか、あるいは加齢に伴いなだらかな低下を示すのか、等の記憶能力の加齢による変遷の特徴を表し、議論すべきであると考えられる。

そこで本研究では、Dobbs & Rule (1989) の研究において加齢影響は出ないとされた20代～50代のワーキングメモリの加齢影響について検討することを目的とした。20代～50代の間、つまり高齢期以前にワーキングメモリが低下しないのであれば、確かに年代群間の比較は意味を持たず、若年群と老年群の2群比較が妥当であると考えられる。しかし課題の特性や難度によって低下の始まる年代が変化するのであれば、その「特性」や「難度」自体がワーキングメモリに加齢変化を与えている原因であると示唆することができだろう。

本研究では課題として順唱、逆唱課題を用いる

こととした。順唱、逆唱課題とは、WAIS 等で用いられる数唱課題と同様のものであり、系列呈示された数字を系列再生（順唱）する課題と、逆の系列で再生（逆唱）する課題である。順唱課題は、数字を聴知覚した後、音韻的符号化され、直後系列再生が行われるため短期記憶課題である。対して逆唱課題は加えて保持段階で系列を逆転させねばならず、保持しながらの認知的処理が必要となる音韻的ワーキングメモリ課題である。この課題に数字ではなく記号4種（○、△、□、×）を記銘材料として用いることとした。これは、例えば呈示する数列、2, 3, 6, を二百三十六と考えるとチャンクにされるのを防ぎ、実験参加者に課題の数字の固まりではなく順序を記憶させることに重点を置くため、数字よりも、よりワーキングメモリの測定に適していると考えたためである。更に、新奇な記銘材料では加齢影響が生じるが、親しみのある記銘材料を用いると加齢影響は見られず（Hultsch & Dixon, 1983）、加齢差が見られるとされる長期記憶の課題においても、熟知性の高い語を用いると、高齢者の成績の方が、若年者のそれより優れる（Suger & McDowd, 1992）等の報告もあり、刺激自体の効果が年代によって異なるということが知られている。したがって、エピソードバッファが利用できない刺激において成績が異なるのであれば、新奇的で、親和性の低い刺激を用いると、刺激自体の効果が生じることが懸念される。以上の理由から、親和性があり、チャンクされない○や×等の図形が、年代間に別の効果が生じることを防ぐためにも、本実験の刺激として適していると考えた。

また、本実験は刺激が記号であるという性質上、刺激の呈示方法をパソコンスクリーンによる視覚提示とした。國見・小島（2006）は、数唱課題の呈示モダリティの差に注目し、68～86歳の高齢者を対象に、従来の聴覚呈示に加え、視覚呈示の2条件でパフォーマンスを比較した。結果は両条件間に有意な差はなく、視知覚し音韻的符号化へ変換することには負荷は少なく加齢影響も見られないことを示した。従って本研究では手続き上視覚

呈示するが、呈示方法が音韻的ワーキングメモリへ及ぼす影響は少ないと考えた。

以上のような点をふまえ、本研究では実験参加者に20代から50代を用い、若年期から壮年期へのワーキングメモリ能力におよぼす加齢影響を調べることを目的とした。実験には記号4種類を刺激として用い、実験参加者に視覚呈示される記号の順番を覚えさせ、再生率を測り、年齢群間で成績を比較した。刺激をチャンクできないものにしたことに加え、呈示桁数を2～6個とし、「保持しつつ処理する桁数」をDobbs & Rule (1989)の研究よりも増やした。単純に「保持する桁数」に負荷がかかるのであれば順唱課題＝短期記憶課題にも差が出るはずであるが、短期記憶課題には加齢変化は生じないにもかかわらず、ワーキングメモリ課題では生じた場合、順唱課題と逆唱課題のパフォーマンスに交互作用が見られ「保持しつつ処理する桁数」に加齢による負荷がかかると予測される。

方 法

実験計画 年代（20代、30代、40代、50代；被験者間）×再生順序（順唱、逆唱；被験者内）の混合二要因実験計画で実験を行った。

実験参加者 20代20名、30代20名、40代20名、50代20名からなる80名が実験に参加し、各々20代群（平均25.65、標準偏差2.25）、30代群（平均35.1、標準偏差52.43）、40代群（平均44.85、標準偏差2.56）、50代群（平均54.15、標準偏差2.46）だった。全実験参加者群ともに4年生大学卒業者が80%（16人）、短期大学卒業者が10%（2人）専門学校卒業者が10%（2人）と、教育年数は統制されていたが、職業は統制されていなかった。

記銘材料 Apple コンピュータ社製 Macintosh iBook (version=33.11) を用いた。「○」「△」「□」「×」の4種類の記号を SuperLab で実験参加者に1つずつパソコンスクリーン上にランダムに呈示した。1つの記号の大きさは約20mm×20mm、呈示時間は2000ms ずつとした。刺激数は2～6

個とした。

実験手続き 短期記憶とワーキングメモリの加齢変化を測定する実験を行った。実験では実験参加者にパソコン画面上に呈示する記号の順番を記憶させた。記号の種類は「○」「×」「△」「□」の4種類で、実験参加者にはパソコン画面上に始めに注視点(*)を3000ms呈示してから、○、△、□、×、いずれかの信号をランダムに1つずつ、2000msずつ呈示した。

実験参加者にはその刺激呈示の順番を記憶させ、記号呈示後に呈示後スクリーンに「順」あるいは「逆」という漢字を呈示し、順であれば呈示された順に、逆であれば呈示された順の逆の順番で口答再生させた。実験参加者が、事前に逆唱課題であることを知っていると、最初から系列を逆に符号化される可能性があるため、再生の順序を記録後に要求することで、実験参加者に保持後の情報処理を促すことを意図した。また、再生方法を筆記再生で行った予備実験で、実験参加者の中に、順に覚えたままを書く方向を逆にして再生した者がいたために、これを防ぎ、より能動的な保持機構、必要な情報の選択、情報の統合や操作を含む動的で柔軟な情報処理を求めるために口答再生とした。

その後、同信号数で記号の種類、順序がランダムな刺激を続けて、呈示、口答再生を繰り返した。予備実験では実験参加者が呈示された順序を3回正解することで呈示する信号数を1つずつ増やしていき、3回失敗した時点までの刺激信号数を成績としたが、スパンを測ることは、本研究の目的であるワーキングメモリの加齢影響の測定とは異なるため、本実験では同信号数の刺激を順で5回、逆で5回、計10回ずつ行った後、刺激信号数を1つずつ増やして刺激2個から刺激6個まで行い、順再生、逆再生毎に再生個数を記録した。なお、疲労による成績低下を防ぐために、実験参加者の半数に対しては6個の多数刺激試行から2個の少数刺激試行に減らしていき相殺した。

結 果

年代ごとの平均再生率、標準偏差を表1に示し、課題ごとの平均再生率の加齢変化を図1に図示した。順唱課題、逆唱課題ともに、加齢にともない再生成績が低下した。前述の通り、両課題に共通する点は、記号の種類、順序の「符号化」と「保持」であり、逆唱課題にのみ、「保持しながらの操作」という処理が必要とされる。両課題間の成績の差である「保持しながらの操作」がどの程度課題に影響したかを示すため、短期記憶成績を基準として、ワーキングメモリ成績がどの程度低下したか、低下率(%) = (1 - 逆唱課題成績) / 順唱課題成績 × 100を求めた。年代ごとの順唱課題に対する逆唱課題のパフォーマンス低下率

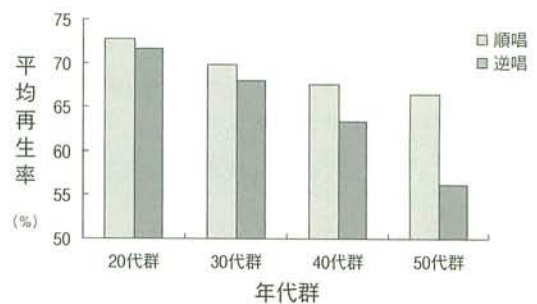


図1. 順唱、逆唱課題における年代別平均再生率

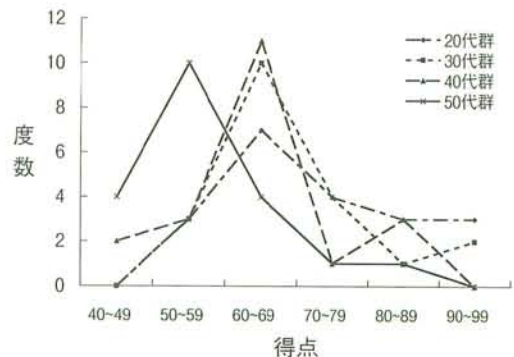


図2. 逆唱条件の年代別得点分布

表1. 順唱、逆唱課題における年代別平均再生率と標準偏差

	20代群		30代群		40代群		50代群	
	順唱	逆唱	順唱	逆唱	順唱	逆唱	順唱	逆唱
平均再生率(%)	72.80	71.60	69.80	68.00	67.60	63.40	66.40	56.20
標準偏差	14.01	13.60	9.75	11.01	10.93	10.57	8.12	8.05

は、20代群で1.65%, 30代群で2.58%, 40代群で6.21%, 50代群で15.36%になり、順唱課題と逆唱課題との間の平均再生率の差は、年代の上昇とともに健著になった。逆に、標準偏差は両課題とも、年代とともに減少したが、ハートレーの F_{max} を用いて郡内分散の等質性を検討した結果、両課題とも等質性の仮説は棄却されなかった。逆唱条件の得点分布をもとに度数分布表を図2に示した。他の年代群と比較し、50代群のみ最頻得点級間が低くなっている。図2より、本実験における個人差は、年代が高くなる程小さくなり、40代で課題をこなすことが出来なくなるものが増え始め、50代で最頻得点が他の年代群よりも低くなることが分かった。

平均再生率をもとに、年代×課題の混合二要因分散分析を行った。その結果、年代 ($F [3, 76] = 4.835, p < .01$)、課題 ($F [1, 76] = 14.294, p < .001$) に主効果が見られ、課題×年代群 ($F [3, 76] = 3.190, p < .05$) に交互作用が見られた。年代に主効果が見られたことから、多重比較を行った結果、20代群と50代群に有意差が見られた ($p < .01$)。

次に、課題×年代に交互作用があったことから、課題における年代の単純主効果検定を行った。結果、順唱課題では有意差は見られず、逆唱課題においてのみ単純主効果が見られた ($p < .001$)。更に、課題における年代の単純主効果の多重比較を行った結果、逆唱課題における年代間の対比較は20代群 ($p < .001$)、30代群 ($p < .01$) と50代群との間にそれぞれ有意差が見られた。また、年代における課題の単純主効果は、50代群においての課題間に有意差が見られた ($p < .001$)。

聴覚刺激に関する Dobbs & Rule (1989) の研究では保持しながら操作する桁数が1〜3だったため、比較のために、本研究の刺激数2、刺激数3の場合のみの平均再生率を抜粋し年代間で比較した。刺激数2、3の平均再生率を従属変数とした課題×年代の混合2要因分散分析を行った結果、課題、年代ともに主効果はなく、課題×年代に交互作用もなかった。

考 察

先述の通り、ワーキングメモリは短期的で能動的な保持機構であり、必要な情報の統合や操作を含む動的で柔軟な情報処理系であると考えられているが、現在でもワーキングメモリの定義は研究者によって様々であり、ワーキングメモリを定義すること自体が一つの研究テーマとなっているといっても過言ではない。しかし「目標志向性の高い課題の遂行に必要となる情報を能動的に処理しつつ保持を並行して行う」ものであるという点ではある程度一致している。本研究の課題においては、処理を加えない順唱に対し、系列を逆にするという課題で、必要となる呈示された記号列を保持しながら同時に順番を逆にして再生する処理を加える点で、ワーキングメモリ課題であると考えられる。

短期記憶においては、古橋 (2003) がまとめた通り、パフォーマンスに加齢影響がほとんど見られないことが既に知られている。本実験結果においても、記号、順序の符号化と保持、再生のみの順唱課題では、先行研究と同様に加齢影響は見られなかった。しかし、順唱課題で行う処理に加え、保持しながらの認知的操作が必要となるワーキングメモリ課題である逆唱課題では、20代群、30代群と50代群との間に加齢影響が見られた。順唱課題と逆唱課題の異なる点は「保持しながらの処理」であり、その点において加齢影響が出たと推察される。

先行研究で多く用いられてきた極端な2群比較では見られなかった段階的な推移を本実験では示すことが出来た。逆唱において20代群、30代群と50代群との間にのみ差が見られ、また逆に年代における再生順序の単純主効果も50代群にのみ見られたことは、逆唱における年齢による成績の低下は、急激なものではなく、ある程度なだらかなものであることを示唆している。本研究で用いた刺激は記号ではあったものの、音韻的符号化される刺激であった。従って実験参加者は音韻ループを介する音韻的ワーキングメモリを用いて逆唱課題

をこなしたと考えられる。視覚呈示という手続きをとった以上、視空間スケッチパッドに符号化された可能性も拭き切れないが、再生時には「○＝まる」「△＝さんかく」「□＝しかく」「×＝ばつ」と口頭再生する手法をとったことから、音韻ループ優勢の方略であったと考えられる。つまり若年期は、短期記憶と同程度であった音韻的ワーキングメモリ能力は、40代、50代と加齢とともに衰退し、加齢変化は50代で20代や30代とは異なる結果になる程にまで達すると言える。

この結果は、音韻的ワーキングメモリ能力は60代から急激に低下するとされた、Dobbs & Rule (1989)の先行研究の結果とは異なる。これは、使用した刺激の桁数が影響したと考えられる。彼らの研究では「保持しながらの操作」の桁数が1～3であったのに対し、本研究では2～6桁であった。比較のために行った、刺激数2、3の場合の分散分析に有意差が見られなかったように、加齢影響は大きい桁数の場合に生じており、課題は異なるものの「保持しながら操作」する桁数をそろえた場合は、先行研究と同様に、年代間に差はないという結果になった。

既に、高齢になればなるほど、処理速度が低下することが知られている (Salthouse, 1992)。処理速度が低下するとそれだけ情報処理に時間がかかり、その間に保持出来る情報量も低下すると考えられる。今回の実験に当てはめると、順唱課題では、保持したのちすぐ再生するため処理速度はあまり影響しないが、逆唱課題では、保持した記号群順序を逆に変換する処理に時間がかかり、その間に保持していた記号の種類を再生することが困難になるのではないだろうか。このことをふまえると、先行研究に比べて本研究で使用した記銘刺激の桁数の幅が大きかったため、高齢になればなるほど低下する処理速度が、5桁や6桁の「保持しながらの操作」に影響を与え、結果、年代間で差が生じ、全体のパフォーマンスに影響を及ぼしたのではないかと考えられる。Dobbsらの研究において60代以降で生じた加齢影響も、3-back, 4-back...と「保持しながら操作する」桁数を増やし

ていくともっと早い年代から加齢差が生じるのではないだろうか。つまりワーキングメモリの加齢変化とは、処理速度の低下から「保持しつつ処理」する情報量の低下が引き起こされることが原因である可能性が考えられる。従って本研究のように、保持しながら処理する情報量が多い課題の場合、高齢期よりももっと早い段階から低下が見られることが示唆される。今後は処理速度の操作の検討が必要である。

先述したように、ワーキングメモリは日常認知に深く関わるものであるがゆえ、加齢影響によるワーキングメモリ能力の低下は、直接的に認知課題遂行能力へ直接的に影響を及ぼすと考えられ、注目を集めている。しかし、これまでのワーキングメモリの加齢研究は、本実験でもそうであるが、広範囲が手法として音韻的な、言語刺激を用いたものが対象であった (e.g., Daneman & Carpenter, 1980; 苧阪・苧阪, 1994)。対して、視空間スケッチパッドを用いた非言語形態情報の利用のされ方、またその中央実行系による制御過程に対する加齢変化の研究は、音韻ループと比較すると未だ研究が浅い。外界情報の多くを視覚的モダリティに頼るヒトは、部分情報から全体を復元し、2次元情報から3次元の知覚世界を構成する。ヒトの認識と行動にとって“見る”行為は、非常に重要な位置を占めるのである。また、短期記憶に含まれる情報の形態は視空間的情報、意味的情報、音韻的情報などの種類があり、視覚情報の処理を無視するわけにはいかない。従って、視覚的なモダリティを用いたワーキングメモリの加齢変化の測定は、音韻領域におけるそれと同様に重要であると考えられ、今後の課題として残る。

最後に、高齢になればなるほど個人差が広がる、という一般論に反して、本研究結果では、郡内分散の等質性は保たれたものの、加齢にともなう個人差の減少が見られた。この個人差の減少は、課題の床効果によって、それ以上は低くならないラインに人数が固まってしまった可能性が考えられる。そうだとすると、記号における順唱、逆唱を用いた音韻的ワーキングメモリの下限が示された

だけであり、本質的な成績を表していない可能性が否めない。あるいは、加齢によって実験参加者全体が影響を受けて低下していく訳ではなく、20代では課題をこなせていた者、こなせなかった者が混在していたが、加齢にともないこなせていた者の人数が減少していき、最終的にはほとんどの者がこなせなくなった可能性もある。本実験で用いられた逆唱課題は、5桁や6桁になるとかなりの難度を要するため、全問正解の者は20代でもほとんど居ない。いずれにせよ課題自体の難度調整が個人差の減少の原因として考えられる。

引用文献

- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation Advances in research and theory*. Vol. 2. New York: Academic Press. pp.89-195.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Craik, F. I. M (1986). A functional account of age difference in memory. *Human memory and cognitive capabilities, mechanisms, and performance* (pp. 409-422).
- Daneman, M., & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Dobbs, A. R. & Rule, B. G. (1989). Adult Age Differences in Working Memory. *Psychology and Aging*, 4, 500-503.
- 古橋啓介 (2003). 記憶の加齢変化. 心理学評論, 45, 466-479.
- 石原治・権藤恭之・Leonard W. Poon (2002). 短期・長期記憶に及ぼす加齢の影響について. 心理学研究, 72, 516-521.
- Hultsch, D. H. & Dixon, R. A. (1983). The role of pre-experimental knowledge in text processing in adulthood. *Experimental Aging Research*, 9, 7-22.
- 國見充展・小島治幸 (2006). 数唱課題における呈示モダリティの効果の検討. 北陸心理学会第41回大会大会プログラム・発表論文集16-17.
- 目黒裕子・藤井俊勝・山鳥重 (2000). リーディングスパンと加齢. 荻阪直行 (編著) 脳とワーキングメモリ (pp.225-242) 京都大学学術出版会
- 三宅晶・齊藤智 (2001). ワーキングメモリ研究の現状と展開. 心理学研究, 72, 336-350.
- 荻阪満里子・荻阪直行 (1994). 読みとワーキングメモリ容量: リーディングスパンテストによる検討. 心理学研究, 65, 339-345.
- Poon, L.W. & Fozard, J.L. (1980). Age and Word Frequency Effects In Continuous Re-cognition Memory. *Journal of Gerontology*, 35, 77-86.
- Salthouse, T. A. (1992). Influence of processing speed on adult age differences in working memory. *Acta Psychologica*, 79, 155-170.
- Sugar, J. A., & McDowd, J. M. (1992). Memory, learning, and attention. In Birren, E., Stone, R. B., & Cohen, G. D. (Eds.) *Handbook of mental health and aging*. 2nd ed. New York: Academic Press. Pp.307-337.
- West, R. (1999). Visual distraction, working memory, and aging. *Memory & Cognition*, 6, 1064-1072.